

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hajime KATO

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: SEMICONDUCTOR PRESSURE SENSOR DEVICE TO DETECT MICRO PRESSURE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

APPLICATION NUMBER

MONTH/DAY/YEAR

Japan

2003-286725

August 5, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    8 月    5 日  
Date of Application:

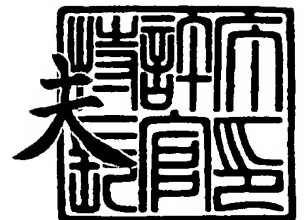
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 2 8 6 7 2 5  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 2 8 6 7 2 5 ]

出 願 人                      三 菱 電 機 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 3 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 0 7 4 1

【書類名】 特許願  
【整理番号】 546263JP01  
【提出日】 平成15年 8月 5日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01L 9/04  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号  
    【氏名】 加藤 肇  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000006013  
    【氏名又は名称】 三菱電機株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100102439  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 宮田 金雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100092462  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 高瀬 彌平  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 011394  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

相対向する平行な 2 つの主面を有し、一方の主面に圧力を検出する感歪ゲージ素子が形成されたダイヤフラムをなす薄肉部と、前記薄肉部を取り囲むように設けられた肉厚部とから構成され、他方の主面に開口部を有し底部を前記薄肉部とする第 1 の凹部が形成された半導体センサ基板と、

前記半導体センサ基板の他方の主面側の前記肉厚部に固着され、前記第 1 の凹部と対向する位置に開口部を有する第 2 の凹部が形成された支持部材と、  
を備え、

前記第 2 の凹部の開口部断面は、前記第 1 の凹部の開口部断面に包含される位置関係を有することを特徴とする半導体圧力センサ装置。

**【請求項 2】**

前記肉厚部の厚みが、 $150\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $250\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体圧力センサ装置。

**【請求項 3】**

前記凹部の深さが、 $150\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 2 記載の半導体圧力センサ装置。

**【請求項 4】**

前記第 1 および第 2 の凹部の開口断面形状が、それぞれ矩形であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体圧力センサ装置。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】半導体圧力センサ装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体圧力センサ装置に係り、特に自動車のガソリン漏れを検出するタンク内圧センサ等の微圧用途に使用する半導体圧力センサ装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体圧力センサ装置は、半導体に加わった圧力を電気信号に変換する効果を利用して圧力を検知するものである。このような半導体圧力センサ装置として、所定圧力に応じて所定電気信号を発生するために適切な厚みのダイヤフラムを持つ半導体センサ基板と、前記半導体センサ基板を固定するための支持部材としてのガラス台座とを備えたものが知られている。

## 【0003】

このような構成の半導体圧力センサとして特許文献1の図1に示されるようなものがある。従来から知られている半導体圧力センサはその両面にかかる圧力差に応動する円形のダイヤフラムを使用している。このダイヤフラムは、その一方の主面に配置された応力センサを持つ、単結晶シリコン基板からなる正方形の半導体センサ基板の中に形成されている。半導体センサ基板の主面には、ダイヤフラムの周辺に感歪ゲージ素子を4個配設して、ダイヤフラムにかかる応力を感知するようにしている。この感歪ゲージ素子はピエゾ抵抗特性を示し、その抵抗はセンサが経験する応力によって変化する。さらにダイヤフラムを形成するために、感歪ゲージ素子を配設した表面と反対側の面内には、シリコンエッチングにより円形の空洞を形成している。そして、半導体センサ基板の他方の主面に硼珪酸ガラスからなる支持部材を接合している。

## 【0004】

一方支持部材は、その中央部付近に円形の圧力導入孔となる貫通孔を有しており、感歪ゲージ素子を表面の反対側の面に接続している。また、半導体センサ基板のダイヤフラムを囲む肉厚部と対向する支持部材の接合領域には、ダイヤフラムを囲みかつこれと同心の円環状の支持部材がその周囲より数 $\mu\text{m}$ 高く設けられている。これにより接合領域の形状が円環状となり、支持部材との接合領域の形状がダイヤフラムの形状と対称性を持たないことによるゼロシフト現象を防止している。

## 【0005】

【特許文献1】特開平8-21774号公報（第3-4頁、図1）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

上記シリコンエッチングにおいては、エッチング速度はエッチング液の温度及びエッチャントの濃度により変化するので、エッチング液中でシリコン基板を回転させて、液温及びエッチャント濃度の均一化を図っているが、シリコンの深さ方向のエッチング量が多くなるとダイヤフラムに隣接する空洞内で乱流が発生し、上記空洞内での温度差及びエッチャントの濃度差が生じやすくなり、ダイヤフラムの中央部に比べ外周部の厚みが小さくなるという傾向があった。シリコン基板の厚みは $400\mu\text{m}$ であり、ダイヤフラムの厚みは $18\mu\text{m}$ 程度なので、上記従来の技術においてもダイヤフラムの厚みをコントロールすることは相応の技術を要したが、微圧計測においてS/N比の良い安定した信号を得ようとすると、ダイヤフラムを更に薄くする必要があり、このためシリコンのエッチング量を増やすこととなるが、これによりダイヤフラムの厚みのばらつきが更に大きくなり、ひどい場合にはダイヤフラムの一部に穴のあくこともあった。

## 【0007】

一方シリコン基板の厚みをあらかじめ薄くしておけば、エッチング量が少なくなりばらつきも小さくなるためダイヤフラムの厚みを小さくできるが、同時に肉厚部の厚みも小さ

くなる。肉厚部の厚みが十分あれば、そこで支持部材との接合応力を吸収しダイヤフラムに及ぼす影響を小さくできるが、肉厚部の厚みが小さくなれば前記接合応力を肉厚部で吸収しきれず、ダイヤフラムがより大きな歪みを与え、半導体センサ基板上に形成された感歪ゲージ素子の抵抗値が変化し、初期特性の悪化をもたらすという問題があった。このためシリコン基板の厚みは $400\mu\text{m}$ 必要であった。

#### 【0008】

特許文献1では、半導体センサ基板のダイヤフラムを囲む肉厚部と対向する支持部材の接合領域に、ダイヤフラムを囲みかつこれと同心の円環状の支持部をその周囲より高く設け、接合領域の形状を円環状とすることにより、支持部材との接合領域の形状がダイヤフラムの形状と対称性を持たないことによるゼロシフト現象を防止しているが、上記のような課題に対する認識はない。さらに、半導体センサ基板と支持部材との接合時に製造上やむを得ない位置ずれが発生した場合、やはり支持部材との接合領域の形状がダイヤフラムの形状と対称性を確保できないこととなり、ゼロシフト現象の発生が懸念される。

#### 【0009】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、その目的は初期特性の悪化をもたらすことなくダイヤフラムを薄肉化し、微圧計測においてS/N比の良い安定した信号がえられる半導体圧力センサ装置を提供しようとするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

前記の目的を達成するために、本発明に係る半導体圧力センサ装置は、相対向する平行な2つの主面を有し、一方の主面に圧力を検出する感歪ゲージ素子が形成されたダイヤフラムをなす薄肉部と、上記薄肉部を取り囲むように設けられた肉厚部とから構成され、他方の主面に開口部を有し底部を上記薄肉部とする第1の凹部が形成された半導体センサ基板と、上記半導体センサ基板の他方の主面側において上記肉厚部に固着され、上記第1の凹部と対向する位置に開口部を有する第2の凹部が形成された支持部材とを備え、上記第2の凹部の開口部断面は、上記第1の凹部の開口部断面に包含される位置関係を有することを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

上記のような構成としたため、ダイヤフラム厚みを精度良く制御できることにより微圧計測においてもS/N比の良い安定した信号がえられ、かつ半導体センサ基板の厚みを小さくしたことによる初期特性の悪化を防止できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。図1は本発明に係る半導体圧力センサ装置の実施の形態を示す断面図であり、図2は図1の中からセンサ基板組立体10の部分だけを取り出した平面図及び断面図である。

#### 【0013】

図2において、半導体センサ基板1はシリコンからなり、相対向する2つの平行な主面を有し、厚みが $150\sim 250\mu\text{m}$ で一辺が3mmの正方形の基板であり、基板の中央部に一方の主面に隣接して存在し厚みが $13\mu\text{m}$ で一辺が1.4mmの正方形のダイヤフラム1aと、基板の周辺部に存在し基板と同じ厚みの肉厚部1bと、ダイヤフラム1aと肉厚部1bとによって規定され他方の主面に開口部を有する正方形の第1の凹部1cと、から構成されている。ダイヤフラム1aの一方の主面には、周知の半導体プロセスを利用して4個の感歪ゲージ素子1dが設けられている。

#### 【0014】

半導体センサ基板1の他方の主面には、半導体センサ基板1を補強し支持する支持部材としてのガラス台座2が設けられている。ガラス台座2は、2つの平行な主面を有し、厚みが2mmで、一辺が3mmの正方形の形状をしており、材質はシリコンと熱膨張係数の近似した硼珪酸ガラスである。ガラス台座2の中央部には一方の主面に開口部を有するよ

うに第2の凹部2 aが設けられており、その周囲は肉厚部2 bとなっている。半導体センサ基板1とガラス台座2とは、半導体センサ基板1の他方の主面とガラス台座2の一方の主面とが対向するように、それぞれの肉厚部(1 b, 2 b)において陽極接合にて気密かつ強固に接合されている。第2の凹部2 aは、陽極接合の際の半導体センサ基板1とガラス台座2との位置合わせ時に半導体センサ基板1の接合面が第2の凹部2 aの開口部と重ならないように、位置合わせ誤差を考慮して、正方形のダイヤフラム1 aの一辺より500  $\mu$ m程度短い一辺を有する正方形の形状で、その深さは150  $\mu$ m以上である。また、ガラス台座2の中央部には、一方の主面と他方の主面を結ぶように、圧力導入孔となる円形の貫通孔2 cが形成されている。第1の凹部1 cと第2の凹部2 aとで規定される空間に、貫通孔2 cを通して測定しようとする圧力を導入し、その圧力によりダイヤフラム1 aを変形させ、ダイヤフラム1 a上に形成された4個の感歪ゲージ素子1 dで前記圧力を電気信号に変換する。

#### 【0015】

上記のように構成されたセンサ基板組立体10は、図1に示されるように、コネクタ部3 bを備えた樹脂パッケージ3内部に收容され、圧力導入のためのニップル3 a上にその貫通孔2 cと整合するように設置され、周囲の空洞にシリコン樹脂4をガラス台座2の側面まで充填させることにより、センサ基板組立体10を固定しかつニップル3 aからの圧力漏れを防止している。樹脂パッケージ3のコネクタ部3 bにはリード5が設けられており、半導体センサ基板1とワイヤ6にて結線されおり、半導体センサ基板1によって圧力から変換された電気信号をワイヤ6及びリード5を経由して外部に取出している。半導体センサ基板1の表面は保護のためシリコン樹脂7で被覆されており、更に樹脂パッケージ3の空洞部を蓋8と接着剤9とで封止することにより、樹脂パッケージ3内部を保護している。

#### 【0016】

半導体センサ基板1のダイヤフラム1 aは、シリコン基板の他方の主面における所定の部分をエッチングにより除去し、所定の厚みとすることにより形成される。このエッチングには、水酸化カリウム溶液のようなエッチング速度がシリコンの結晶軸に対して異方性を有するエッチング液が一般的に使用される。このため、形成される空洞の形状、すなわちダイヤフラムの形状は正方形を含む矩形となる。前述したように、このようなエッチングはエッチング量が増えることによりダイヤフラムの厚みのばらつきが大きくなりがちであるが、本実施の形態では、半導体センサ基板1の厚み、すなわちシリコン基板の厚みを400  $\mu$ mから250  $\mu$ m以下としたため、エッチング量の増加は招かず、ばらつきが少なくかつより厚みの小さいダイヤフラムを形成することが可能となる。上記によれば、半導体センサ基板1の厚みは、ダイヤフラム厚み精度の面からいえばより小さいほうが望ましいが、製造工程における基板取扱い時の基板強度を保持するため150  $\mu$ m以上は必要となる。

#### 【0017】

このように、シリコン基板の厚みを小さくすることによりダイヤフラムの厚みのばらつきは小さくなるが、一方ガラス台座2との接合により発生する応力により、ダイヤフラム1 aが歪みを受け、感歪ゲージ素子1 dの初期特性の悪化をもたらす問題があった。半導体センサ基板1とガラス台座2とを陽極接合する際の温度は380～430℃と高温のため、シリコンと硼珪酸ガラスとの熱膨張係数の違いから、常温に戻した時に接合面に応力が発生するが、シリコン基板の厚みが小さく、すなわちダイヤフラム1 aまでの深さが小さくなると、ガラス台座2の収縮による応力の影響がダイヤフラム1 aにまで及びやすくなるため、初期特性により顕著な影響を与えることとなる。

#### 【0018】

このため本実施の形態では、ガラス台座2に第2の凹部2 aを設けて、上記応力により発生する歪みを、半導体センサ基板1の肉厚部1 bだけでなく、ガラス台座2の肉厚部2 bにも分担させ、上記応力がダイヤフラム1 aに与える歪みを緩和している。これにより、シリコン基板の厚みを小さくしたことによる初期特性の悪化を避けることが可能となる。

。この目的のため、第2の凹部2 aの深さは半導体センサ基板1の厚みの減少分以上必要となり、すなわち半導体センサ基板1の厚みが $250\mu\text{m}$ のときは第2の凹部2 aの深さは $150\mu\text{m}$ 以上となる。更に微圧計測のため、ダイヤフラムの薄肉化に対応できるように半導体センサ基板1の厚みを $150\mu\text{m}$ とした場合を考慮すると、望ましくは第2の凹部2 aの深さは $250\mu\text{m}$ 以上となる。

#### 【0019】

ここで重要なことは、半導体センサ基板1とガラス台座2とを陽極接合する際に、第2の凹部2 aの開口部は第1の凹部1 cの開口部に包含されるように位置合わせされる必要がある、ということである。たとえば図3のように位置ずれした状態で半導体センサ基板1とガラス台座2とが陽極接合されていると、第1に、図3のA部とB部とで接合部分と感歪ゲージ素子との幾何学的位置関係の対称性が失われるため、圧力無しのときの出力電圧にオフセットが発生するという問題が出てくる。第2にA部の接合面積が他の部分より小さくなり、A部の接合強度が設計値より小さくなるという問題が出てくる。このため本実施の形態では、第2の凹部2 aは、陽極接合時の位置合わせの許容誤差を考慮して、正方形のダイヤフラム1 aの一辺より $500\mu\text{m}$ 程度短い一辺を有する正方形の形状としたため、第2の凹部2 aの開口部は第1の凹部1 cの開口部に常に包含されるようになる。このため、接合部分の形状が常に半導体センサ基板の接合面の形状となるので、接合部分と感歪ゲージ素子1 dとの幾何学的位置関係の対称性が失われることはなく、また接合面積も半導体センサ基板の接合面の形状で決定されるため接合強度も所定の設計値を確保できることとなり、上述のような問題を回避できる。

#### 【0020】

本実施の形態では、正方形のダイヤフラムを有する半導体圧力センサ装置について述べたが、円形のダイヤフラムを有する半導体圧力センサ装置に対しても、本発明の主旨が適用できることは言うまでもない。その場合は凹部を円形とし、その直径を、円形のダイヤフラムの直径より位置合わせ許容誤差分だけ短くすれば良く、このようにすることにより、半導体センサ基板とガラス台座との陽極接合後において、ガラス台座の凹部の開口部は半導体センサ基板の第1の凹部の開口部に包含されるようになるため、同様の効果を奏する。しかしながら、半導体センサ基板は一般的に矩形であるため、支持部材との接合領域の形状がダイヤフラムの形状と対称性を持たないことによるゼロシフト現象をも防止するためには、本実施の形態のように、第1の凹部の開口部の断面形状が矩形であり、凹部の開口部の断面形状が矩形であるほうが更に望ましい実施の形態である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0021】

【図1】 本発明に係る半導体圧力センサ装置の実施の形態を示す断面図である。

【図2】 図1の中からセンサ組立体10の部分だけを取り出した平面図及び断面図である。

【図3】 半導体センサ基板1とガラス台座2とが位置ずれした状態で陽極接合された場合の説明図

#### 【符号の説明】

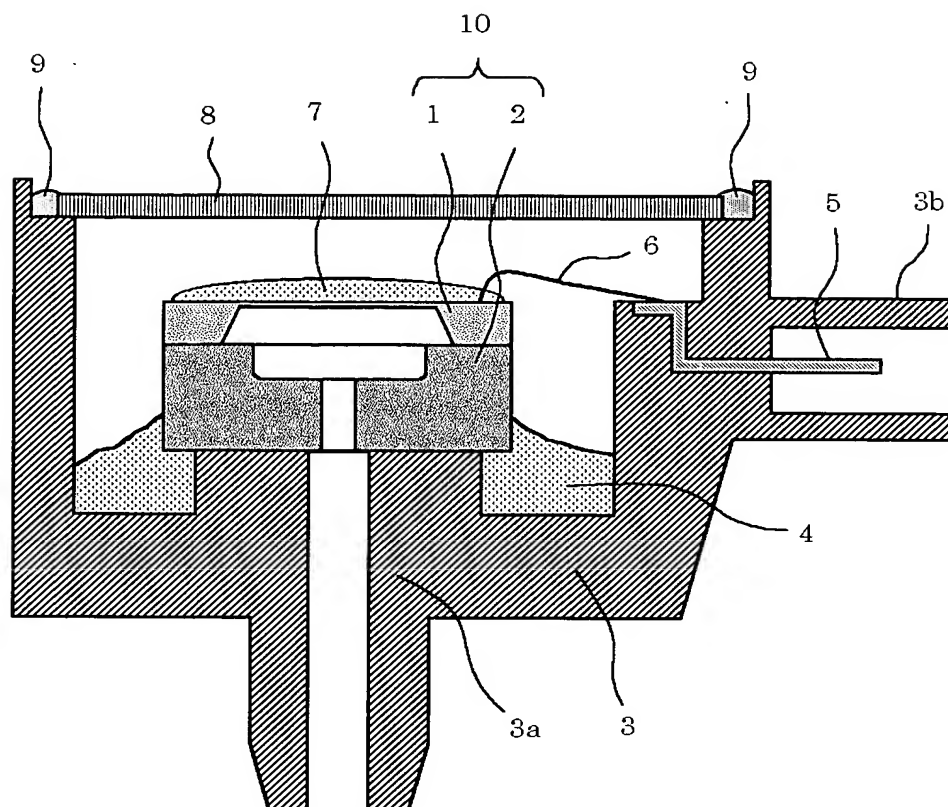
#### 【0022】

1 半導体センサ基板、 2 ガラス台座、 3 樹脂パッケージ、 4 シリコン樹脂、 5 リード、 6 ワイヤ、 7 シリコン樹脂、 8 蓋、 9 接着剤、 10 センサ基板組立体。

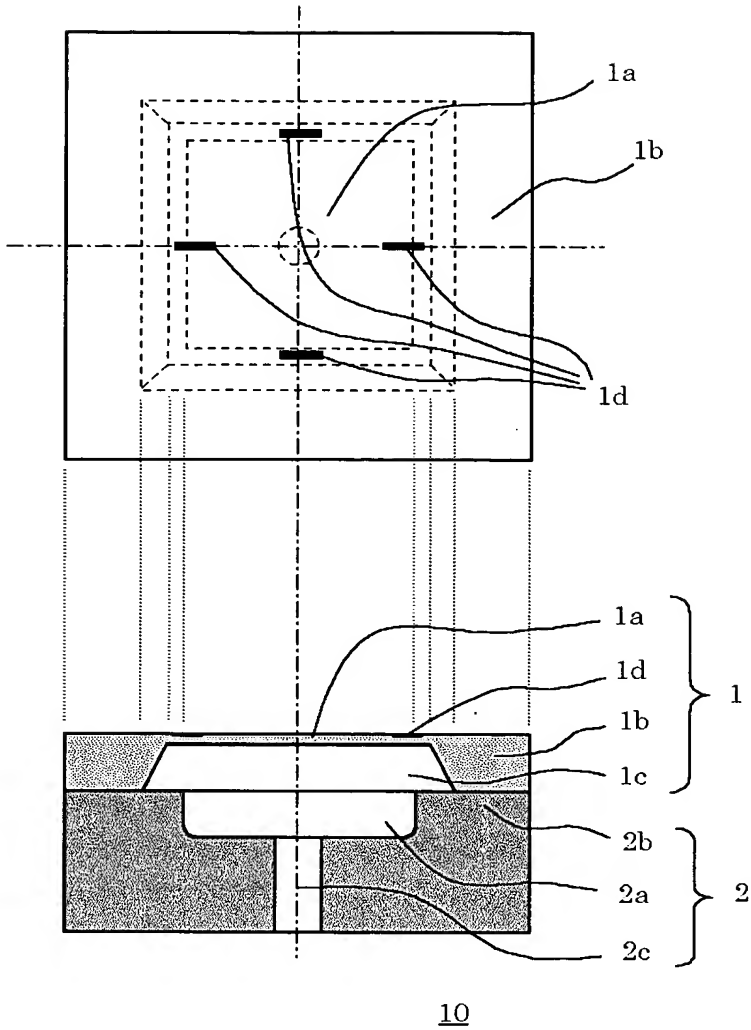


【書類名】 図面

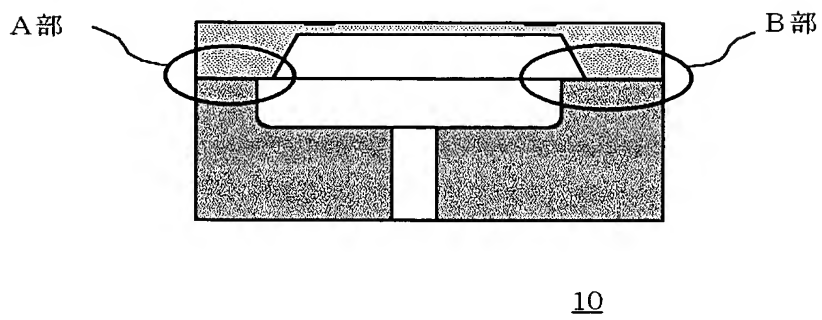
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 微圧計測において S / N 比の良い安定した信号が得られ、かつ初期特性の悪化を招かない半導体圧力センサ装置を提供する。

【解決手段】 圧力を検出する感歪ゲージ素子 1 d が形成されたダイヤフラム 1 a と、ダイヤフラム 1 a を取り囲むように設けられた肉厚部 1 b とから構成され、ダイヤフラム 1 a に隣接する部分に第 1 の凹部 1 c が形成された半導体センサ基板 1 と、第 1 の凹部 1 c と対向する位置に第 2 の凹部 2 a が形成され、半導体センサ基板 1 の裏面に固着されているガラス台座 2 とを備え、第 2 の凹部 2 a の開口部断面は、第 1 の凹部 1 c の開口部断面に包含される位置関係を有することとしたため、半導体センサ基板 1 の厚みを小さくでき、しかもガラス台座 2 との接合応力のダイヤフラム部 1 a に与える歪を緩和できた。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 3 - 2 8 6 7 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 0 1 3 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社